



## Zones humides de montagne

« Amortisseurs » et 1eres victimes des changements globaux ?

[Lien vers la liste des participants à la journée](#)

### Actes de la journée technique d'échanges

Ce document vous permettra de :

- Visionner (ou reversionner) les présentations des intervenants
- Avoir un aperçu synthétique du contenu des interventions
- Prendre connaissance des principales discussions et échanges survenus à l'occasion de cette journée
- Consulter une liste de références bibliographiques complémentaires, pour aller plus loin sur la thématique traitée

Jeudi 14 novembre 2019  
Annecy (74)

# Programme de la journée

*Certaines présentations des intervenants sont disponibles en ligne, en cliquant sur les liens fournis ci-après.*

8h30 Accueil café

9h00 Mot d'accueil

09h15 [Présentation introductive : les zones humides, amortisseurs des changements globaux](#)

- Aude Soureillat, Asters – CEN Haute-Savoie

09h45 [Etude de l'impact du changement climatique sur les fonctionnalités écologiques des zones humides du massif du Mont-Blanc](#)

- Brad Carlson, Centre de Recherches sur les Écosystèmes d'Altitude (CREA Mont-Blanc)

10h30 Pause café

11h00 [Impact du changement climatique sur la distribution actuelle et future des odonates d'altitude : premiers résultats](#)

- Marie Lamouille - Hébert, FNE Haute-Savoie, HEPIA, EPHE

11h45 [Une évaluation de la connectivité fonctionnelle des zones humides d'un domaine skiable - cas de la grenouille rousse](#)

- Stéphanie Gaucherand, Irstea-Grenoble - Unité de Recherche Laboratoire EcoSystèmes et Sociétés En Montagne (LESSEM)

12h30 Pause déjeuner

14h30 [Rôle des zones humides dans le soutien d'étiage des cours d'eau de tête de bassin versant](#)

- Didier Graillot, Ecole des Mines de Saint Etienne

15h15 [Bilan des travaux réalisés sur les tourbières de montagne du massif jurassien dans le cadre du programme LIFE et premiers résultats](#)

- Geneviève Magnon, Syndicat Mixte Haut-Doubs Haute-Loue
- Pierre Durllet, Parc Naturel Régional du Haut-Jura

16h00 [Synthèse de la journée et perspectives de recherche : l'observatoire « Orchamp zones humides »](#)

- Aude Soureillat, Asters – CEN Haute-Savoie

16h30 Fin de la journée

# Synthèse des présentations, des échanges et des discussions

## Mot d'accueil et rappel des objectifs et du déroulé de la journée

- Thierry Lejeune, Asters – Cen Haute-Savoie
- Pierre Lachenal, Fonds de dotation Montagne Vivante
- Aude Soureillat, Asters – CEN Haute-Savoie

## Présentation introductive : les zones humides, amortisseurs des changements globaux

- Aude Soureillat, Asters – CEN Haute-Savoie

### Résumé de la présentation :

#### Qu'est-ce qu'une zone humide ?

- Eau en quantité en surface ou dans le sol, présente en permanence ou de manière temporaire
- Critères : végétation hygrophile et/ou sols hydromorphes
- Milieux très différents : forêts alluviales, prairies, marais, tourbières (...)
- Spécificité des ZH de montagne : fortes amplitudes thermiques, neige

#### Quels impacts des changements globaux ?

Nouvelle donne : CC avec hausse des températures + perte de l'équivalent en eau de la neige avec pour conséquence une modification des régimes hydrologiques. Il y aura-t-il aussi un changement du niveau piézométrique ? Plus d'évènements extrêmes (crues, sécheresses estivales). Plus d'eau disponible dans un premier temps (fonte neige + glaces) mais déficits hydrologiques à plus long terme.

Les ZH sont impactées par l'évolution des pratiques en montagne. Activités 4 saisons. Pressions viennent des aménagements sur les ZH. Nécessité de faire des études d'impacts pour ne pas créer de nouvelles pressions (séquence Eviter Réduire Compenser : EVITER avant tout !).

#### Quels services rendus par les ZH ?

Par bassin versant, les ZH assurent différentes fonctions. Une zone humide n'assure pas TOUTES ces fonctions. Thèse en cours au sein de l'AERMC sur les fonctionnalités des zones humides. Travail présenté le 02/12/2019 à Alixan dans le cadre d'une journée technique organisée par l'ARRAA.

#### Services rendus (effets, résultante de la fonction) :

- Protection contre les aléas naturels : avec atténuation et décalage des pics de crue sous l'effet d'étalement et de stockage. Revue biblio menée sur des études qui représentent 400 sites dans le monde entier montre que 82% des ZH de plaines d'inondation et 41% des ZH en tête de BV remplissent la fonction de stockage d'eau de surface et atténuent les crues.

Les tourbières sont déjà saturées, donc absorbent peu, au contraire des prairies humides et forêts alluviales.

Les ZH permettent également une dissipation de l'énergie en zone littoral avec une protection physique des terres (rôle des roselières sur les grands lacs de montagne).

Soutien d'étiage : beaucoup de difficulté à le quantifier, notamment au niveau des tourbières. Cf Etude de l'Ecole des mines St Etienne en cours.

- Lutte c/ érosion des sols avec piégeage des particules.
- Amélioration de la qualité de l'eau : digestion ou stockage d'éléments nutritifs en excès, rétention d'éléments toxiques. Autre synthèse biblio de 2004, sur 57 sites, 80% des ZH diminuent les flux d'azote total.

- 
- Stocke de carbone : 20% du Carbone mondiale contenu dans les sols est stocké dans les ZH (surtout tourbières et ZH forestières). Mais les ZH sont aussi émettrices de méthane (peu de données quantifiées).
  - Patrimoine culturel : études des climats passés avec paléo.
- Ces bénéfices sont d'autant plus importants si le réseau de ZH est fonctionnel !

## Etude de l'impact du changement climatique sur les fonctionnalités écologiques des zones humides du massif du Mont-Blanc

○ Brad Carlson, Centre de Recherches sur les Écosystèmes d'Altitude (CREA Mont-Blanc)

### Résumé de la présentation :

Restitution d'un projet d'une durée de 2 ans qui se termine en 2019. La présentation vaut séminaire de restitution à destination des gestionnaires locaux.

Postulat de départ : Présence de ZH liée au régime d'enneigement, et sous l'influence de la chaleur estivale. Le changement climatique affecte ces 2 paramètres et donc potentiellement la répartition future des ZH. Homogénéisation/disparition/réduction possible des habitats ?

### Rappels sur le CC dans les Alpes :

- + 2°C de température moyenne annuelle
- Légère augmentation des précipitations dans les Alpes du Nord
- Augmentation de fréquence, durée et intensité des canicules
- Durée de l'enneigement au sol réduite de 4 à 5 semaines entre 1000 et 2500 m

Objectifs de l'étude : Etude du CREA cherche à mettre en évidence les paramètres qui influencent la surface en eau des ZH et pose également la question des effets des années extrêmes et contrastées (une année particulièrement chaude comme 2017 peut être un indice des conditions futures ?).

Méthodologie : 100 mares étudiées au-dessus de 1800m dans 22 BV de la vallée de Chamonix. Utilisation des images de Satellite Sentinel-2 (10m et passage tous les 5j) pour quantifier la dynamique saisonnière des mares par imagerie. Validation de la méthode avec comparaison d'observations in situ par différents publics. Suivi de deux populations de grenouille rousse à Loriaz 1900m et Vallorcine 1300m.

### Résultats : impact du CC sur le bon fonctionnement des ZH (à partir de proxy) :

- faune : phénologie (ponte à la fonte des neiges) et succès de reproduction de la grenouille rousse (capacité à accomplir la totalité du cycle de reproduction) → potentiellement, ponte plus précoce (+), mais assèchement précoce aussi (-). Ce qui importe dans la capacité d'adaptation des espèces c'est la présence de ZH proches qui conservent de l'eau.
- flore : productivité végétale (activité chlorophyllienne), favorisée par fonte précoce (+) mais défavorisée par assèchement plus précoce (-)

Limite de l'étude : pas de prédiction possible des assèchements car trop de variables en plus des phénomènes climatiques (BV, topographie, substrat, pédologie...).

Conclusions : A l'avenir, avec 3 à 4 semaines en moins d'enneigement, un printemps plus chaud et des canicules estivales, le risque d'assèchement des mares alpines peut augmenter. Les mares les plus basses en altitude vont passer au-

dessous de l'équilibre hydrique. Risque de disparition d'habitats estimé de 6% à 60% d'ici 2050.

Prolongement de l'étude à venir : Quelle capacité de dispersion des organismes qui y vivent, si les habitats se fragmentent ?

#### Synthèse des échanges et discussions :

La remontée de la végétation en lien avec le CC pourrait créer un effet d'ombrage permettant de diminuer l'assèchement des mares. La flore des ZH sera de toute façon bouleversée. L'effet de l'ombrage dépendra des groupes d'espèces en présence et des usages (pâturage).

Des ZH vont potentiellement disparaître, mais d'autres vont se créer avec le recul des glaciers.

Observations sur les mares jurassiennes : assèchement visible en été mais les grenouilles sont déjà adulte. Le problème est lié aux coups de chaud du printemps : mortalité des adultes qui sortent tôt et se font piéger car les mares sont toujours enneigées. Si assèchement, mortalité des têtards en hiver en haute montagne, mais à plus basse latitude, les têtards peuvent survivre (néoténie).

L'exposition des espèces aux gels printaniers est plus problématique qu'à l'automne (tissus plus jeunes).



## Appels à projets de l'Agence de l'eau RMC

- Martin Pignon, AERMC

2 types d'appels à projets sont lancés en 2020 :

### Appel à projets en faveur des "Zones humides clés"

Agir pour préserver et restaurer les zones humides clés pour l'état des masses d'eau et l'adaptation au changement climatique.

Les projets soutenus sont les suivants :

- La restauration du bon fonctionnement global et de la dynamique hydrologique de zones humides clés dégradées
- La maîtrise foncière de zones humides clés dont le bon fonctionnement est préservé

Les zones humides éligibles doivent être identifiées dans un plan de gestion stratégique. Les projets retenus seront aidés à 70 % du montant des dépenses éligibles pour la restauration de zones humides dégradées et à 50 % pour la maîtrise foncière de zones humides préservées.

### Appel à projets "Eau & biodiversité 2020"

Les projets soutenus sont les suivants

- La restauration du fonctionnement global des milieux au sein de la trame turquoise par des travaux de restauration des habitats secs et humides ;
- la restauration des habitats de la trame bleue pour des espèces cibles ;
- la restauration des continuités écologiques ;
- les études opérationnelles de caractérisation de la "trame turquoise" ;
- les études opérationnelles, préalables aux actions, visant la restauration de la biodiversité aquatique et humide de la trame bleue et de la trame turquoise.

L'agence de l'eau attribue des aides jusqu'à 70 % du montant des dépenses éligibles du projet.

# Impact du changement climatique sur la distribution actuelle et future des odonates d'altitude : premiers résultats

- Marie Lamouille - Hébert, FNE Haute-Savoie, HEPIA, EPHE

## Résumé de la présentation :

Dernier rapport de l'IPBES : -85% de la surface des ZH a disparu.

CREA et LECA ont fait une étude sur l'habitat du lagopède et le CC. Le CC induit une perte de biodiversité alpine.

Comment suivre et préserver la biodiversité alpine ?

1. Améliorer connaissance des espèces
2. Prédire impact du CC sur leurs habitats préférentiels et leur distribution
3. Développer une gestion adaptée : restauration, monitoring...

Objectifs de l'étude : mieux connaître la distribution actuelle d'un groupe cible d'odonates, et prédire leur distribution future, en lien avec le CC

Méthodologie : étude réalisée en Haute-Savoie, dans les RNN pour se concentrer sur les espèces liées au milieu d'altitude.

3 strates altitudinales et 24 variables environnementales étudiées.

6 espèces boréo-alpines étudiées parmi les 89 françaises.

4 types de collectes d'indices de présence : ADN, exuvie, larves.

Premiers résultats : Absence/présence des libellules expliquées par l'altitude, la connectivité de la ZH et la ceinture végétale.

- *Aeschna juncea* : température + végétation + surface expliquent 44% de son absence/présence. Attention : il y a un effet « zone ». C'est l'espèce la plus ubiquiste.

- *Somatochlora alpestris* : altitude explique 18% de son absence/présence. Spectre large d'habitats.

- *Leucorrhinia dubia* : la température (mais très forte variabilité) et la connectivité expliquent 25% de la variabilité. Liée à des habitats très particuliers.

Perspectives : pouvoir dire quels sites préserver en priorité, assurer un suivi, formuler des recommandations de gestion. Exemple de gestion :

- Mise en défend des ZH pour protection contre le surpâturage, piétinement.
- Création de mares d'altitudes pour augmenter la chance d'être colonisées (zones relais). Grand potentiel de colonisation.
- Protection réglementaire forte de milieux à enjeux.

## Synthèse des échanges et discussions :

L'étude n'est pas terminée, elle permettra de faire un premier rendu sur la prédiction de l'évolution potentielle de la distribution des espèces sous l'impact du changement climatique. Dans la présente étude, les paramètres pris en compte visent à caractériser les milieux favorables pour modéliser ceux qui pourront être disponibles (la température à elle seule ne peut pas expliquer présence / absence des espèces). Certains milieux ne pourront pas accueillir des espèces qui monteraient en altitude. La connectivité apparaît comme un facteur déterminant pour certaines espèces. En altitude, on observe moins de ZH et elles sont souvent de plus petite taille. La prédation et la compétition avec des espèces autres que les odonates a été prise en compte (poissons, amphibiens), à partir des données issues des campagnes 2017 et 2018 ces facteurs ne présentent pas d'impact significatif sur la présence / absence des espèces : l'analyse sera refaite avec les données globales 2017-2019.

## Une évaluation de la connectivité fonctionnelle des zones humides d'un domaine skiable - cas de la grenouille rousse

○ Stéphanie Gaucherand, Irstea-Grenoble - Unité de Recherche Laboratoire EcoSystèmes et Sociétés En Montagne (LESSEM)

### Résumé de la présentation :

Définition de la Connectivité paysagère : degré selon lequel le paysage facilite ou contraint le mouvement des espèces (gènes, individus) C'est la perméabilité ou la résistance du paysage. La connectivité dépend de :

- Configuration des paysages (connectivité structurelle)
- Capacité de déplacement des espèces au sein de cette configuration (connectivité fonctionnelle)

La connectivité est donc propre à chaque espèce.

### Comment évaluer la connectivité ?

Photo aérienne avec zonage par types d'habitats (ex : forêts, prairies, champs cultivés, terrains urbanisés...), on regarde si les habitats favorables à l'espèce sont connectés. Mais cela ne tient pas compte du déplacement réel des individus. Pour cela il y a d'autres techniques :

- Déplacement d'espèces : CMR, suivi GPS, radiopistage... = suivi direct d'animaux
- Génétique des pop/du paysage = suivi indirect

### Quelle est la connectivité des domaines skiables ?

Méthodologie : focus sur la grenouille rousse.. Quatre sites d'études (zone témoin dans les Ecrins, et 3 domaines skiables : Saisies, Ménuires et des Arcs). Deux approches : 1/suivi GPS d'individus prélevés dans une zone humide aux Arcs, relâchés dans différents milieux (pistes de ski, éboulis, pelouse, zones humides...) à évaluation de l'attractivité/répulsivité des milieux traversés. 2/génétique du paysage : comparaison distance géographique/distance génétique des populations de grenouille.

Résultats : 1/On ne retrouve pas les animaux sur les pistes de ski, elles accélèrent si on les place dessus (fuite). 2/Dans les écrins (terrain témoin), la pente et l'altitude expliquent les différences génétiques observées. Aux arcs, c'est la distance aux zones humides qui est la variable la plus importante pour évaluer la connectivité. Tant qu'on est sur un point à moins de 430 m de la ZH, la circulation est facile, au-delà, la résistance du paysage augmente rapidement. C'est un seuil valable en domaine skiable pour les alpes du Nord, en incluant uniquement les ZH supérieure à 1000 m2.

Perspectives ; recommandations pour le gestionnaire à Cela met en avant l'importance du réseau de zones humides. On va agir là où il y a une rupture (cause anthropique) ou là où il y a un noeud.

Limites de la méthode : investissement important

### Synthèse des échanges et discussions :

L'étude n'a pas montré de résultats relatifs à l'impact de la neige en général (donc pas d'analyse sur l'impact de la neige de culture).

Il est du rôle des bureaux d'études qui coordonnent les observatoires environnementaux d'interpeller les opérateurs. La compensation doit être réfléchi de manière à préserver la connectivité entre les milieux.

Attention : la trame verte et bleue est composante structurelle et non fonctionnelle.



Le modèle réalisé n'a pas été testé sur d'autres sites mais les résultats sont vraisemblablement transposables sur d'autres domaines skiables à des altitudes comparables.

Le modèle réalisé n'a pas été testé sur d'autres sites mais il est tout à fait transposable sur d'autres domaines skiables à des altitudes comparables.

## Rôle des zones humides dans le soutien d'étiage des cours d'eau de tête de bassin versant

- Didier Graillet, Ecole des Mines de Saint Etienne

### Résumé de la présentation :

Projet qui a vocation à présenter une méthodologie pour quantifier le rôle de soutien d'étiage des ZH (quantification des flux et stocks).

Deux sites d'études principaux : tourbières RN Luitel et Frasnés (Doubs). 3 autres sites étudiés en Haute-Savoie, dans l'Ain, et en Ardèche. Démarches entreprises aussi dans l'Aude.

Finalisation de la phase 2 : instrumentation, réflexion sur les indicateurs. Analyse des résultats et interprétation en cours (fin du projet en 2021).

Méthodologie : Evaluation de la surface, géométrie, caractéristique des ZH, quantification flux et capacité stockage (humidité, porosité, conductivité hydraulique) → Mesures in situ puis travail de modélisation

Résultats et réponses qu'à la fin de la phase 3 de ce projet. Finalité = résultat quantitatif ! : Importance de la tourbière de Frasnés car contexte sous-jacent calcaire fracturé. La tourbière permet de stocker l'eau et d'en fournir mais besoin de données quantitatives.

Analyse des graphiques annuels sur la tourbière du Luitel : atténuation des pics de crue entre l'entrée et l'aval de la tourbière. Période prononcée d'étiage observée en 2018. L'interprétation des courbes doit être poursuivie (influence de l'ETP calculée par des données in situ).

### Synthèse des échanges et discussions :

Le temps de parcours dans la ZH est estimé à plusieurs mois voire une année.

La tourbière ne semble influencée par la rivière qu'en période de hautes eaux.

Une étude isotopique est réalisée après chaque grosse chute de pluie.

## Bilan des travaux réalisés sur les tourbières de montagne du massif jurassien dans le cadre du programme LIFE et premiers résultats

- Geneviève Magnon, Syndicat Mixte Haut-Doubs Haute-Loue
- Pierre Durllet, Parc Naturel Régional du Haut-Jura

### Résumé de la présentation :

Contexte général :

Rappel de la définition de la tourbière => accumulation de carbone, de fibres  
3% de la surface des sols. 1/3 du carbone mondial stocké par les tourbières.

Les prédictions climatiques prévoient une augmentation de température plus prononcée au niveau des pôles et en montagne → secteurs dans lesquels les tourbières sont bien représentées.

Dans le Jura, présence d'un réseau dense de tourbières sur calcaire (synclinal contenant des couches de marnes et de molasse alpine imperméables. Plateau très habité qui a manqué de bois à partir de la révolution française →



exploitation de la tourbe à des fins de combustible : disparition conséquente de stocks d'eau, estimée à 4 millions de m<sup>3</sup> d'eau ! Pression agricole (drainage), urbanisation, stockage de déchets, valorisation par plantation de résineux => tourbière malmenée. Les drains passés continuent à détruire la tourbe par minéralisation (1,25cm de tourbe /an qui disparaît sous ce phénomène) → relargage de carbone. Sur la tourbière de Frasné, tendance d'augmentation 1°C sur la tourbière (830 m alt) depuis 2009 !

Le Life tourbières du Jura (8millions d'€ engagés) :

Concerne 60 tourbières sur l'arc jurassien (colloque de restitution prévu du 23 au 25 septembre 2020) à réhabiliter (reconstituer des stocks de C) → neutralisation de réseaux de drainage par digues-palissade métalliques ou en bois. Importance de l'étude du MNT pour localiser les drains (LIDAR).

Suivi piézométrique pour suivre l'efficacité des restaurations.

Emission/stockage de carbone (dégage peu de méthane comparé aux rizières par ex). En périodes de sécheresse = émission de CO<sub>2</sub> car ne compense pas la photosynthèse. Un coup de chaud même en hiver peut faire émettre du CO<sub>2</sub> en quantité.

L'idée d'étendre ces travaux à l'ensemble du massif du Jura pour espérer avoir des résultats en terme de stockage de carbone.

Synthèse des échanges et discussions :

Pas d'impact des travaux sur l'alimentation en eau (aucun prélèvement en tourbière).

Les ouvrages en bois (épicéas) tiennent dans le temps si le milieu est saturé. Sinon, efficacité estimée durant 40 ans, ce qui laisse le temps au milieu de se stabiliser.

En restaurant ces tourbières, on ne cherche pas à restaurer des puits de carbone, mais plutôt à ralentir le déstockage du C. Les forêts par leur activité photosynthétique sont des puits plus efficaces que les tourbières, mais avec un stock court. Mais attention, la solution n'est pas de planter des forêts sur les tourbières ! Les plantations dans les tourbières, à grande échelle, comme en Finlande, nécessite un drainage préalable des tourbières et génère donc un déstockage du carbone du sol, non compensé par l'absorption par les arbres.

## Synthèse de la journée et perspectives

- Aude SOUREILLAT, Asters – CEN Haute-Savoie

Les présentations ont permis de mettre en évidence :

Les effets prévisionnels du CC sur les ZH : assèchement temporaire, disparition de cortèges végétaux au profit d'autres associations végétales, remontée des espèces en altitude... Il est important de mieux connaître ces milieux à enjeu, afin de les protéger et de favoriser leur résilience. Il reste cependant difficile de prédire comment vont évoluer ces ZH d'altitude, et quels seront les impacts associés (beaucoup de paramètres, dont certains très locaux, rentrent en jeu)

D'autres ZH vont aussi probablement apparaître sous l'effet de la fonte des glaciers. Ces milieux, même peu matures, présentent d'autres opportunités, qu'il conviendra d'étudier.

Une des pistes mise en avant pour augmenter la résilience des ZH d'altitude est d'améliorer la connectivité, d'une part en favorisant la création de zones relai (importance d'identifier des secteurs préférentiels pour la restauration), et d'autres part en évitant de rompre les connectivités existantes par des aménagements anthropiques (déconnexion/fragmentation de l'espace). Le bon état de santé des ZH et le maintien d'un réseau fonctionnel reste la clé et l'objectif à atteindre.

Comme le montre le programme en cours sur le soutien d'étiage des ZH, des efforts de recherche restent à fournir. Cela dit, il ne faut pas attendre plus pour agir. S'il est moins facile d'agir sur le CC à un niveau local, on peut d'ores et déjà adapter nos pratiques. Les plans de gestion stratégiques ZH doivent permettre d'atteindre cet objectif, et notamment d'entreprendre des travaux de restauration sur des ZH à enjeu.



### Perspectives de recherche :

Projet de thèse sur l'écologie de gestion des ZH d'altitude dans un contexte de CC.

Objectifs :

- Quantifier la biodiversité des ZHA
- Comprendre les facteurs qui la détermine (notamment : température de l'eau, hydropériode, connectivité)
- Modéliser des scénarios prospectifs de leurs biodiversité sous contrainte climatique
- Identifier les zones à enjeux de conservation et de restauration
- Etablir un protocole de surveillance des ZHA

Pour plus d'infos : [marie.hebert@fne-aura.org](mailto:marie.hebert@fne-aura.org)

Observatoire Orchamps ZH : observatoire dont l'objectif est d'observer, comprendre et modéliser comment les changements globaux vont impacter la biodiversité & le fonctionnement des socio-écosystèmes de montagne. Une réflexion a été engagée en 2019 pour déployer ce protocole sur les ZH. La zone d'étude se localise dans les Alpes du sud, sur la commune de Cervières (suivi de placettes le long d'un gradient altitudinal : étude axée sur la flore supérieure, les bryophytes, l'ADNe...).

Pour plus d'infos : <https://orchamp.osug.fr/home>

Remerciements à tous les intervenants et aux participants, qui ont été actifs tout au long de la journée !

### **Pour aller plus loin, quelques liens et ouvrages utiles à consulter :**

#### **Etudes scientifiques**

Agence de l'eau RMC, novembre 2017. Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-méditerranée et corse. Bilan actualisé des connaissances. 120p.

Agence de l'eau RMC, novembre 2019. Fonctions hydrologique, biogéochimique et écologique des zones humides : Eléments de connaissance, 146p.

Baptiste et al. (2012). Vulnérabilité des milieux aquatiques et de leurs écosystèmes. Etude des zones humides. Ministère de l'Ecologie du Développement Durable, de l'Energie, France. 144p.

Dehédin, avril 2014. Changements globaux et assèchement des zones humides fluviales : conséquences sur les processus biogéochimiques et les communautés d'invertébrés

Guinand, 2016. Caractérisation de la vulnérabilité des zones humides de Provence-Alpes -Côtes d'Azur au changement climatique : le cas des zones humides alluviales, 63p.

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, octobre 2012. Vulnérabilité des milieux aquatiques et de leurs écosystèmes. Etude des zones humides

#### **Actes de colloques**

Pôle relai tourbières, 2 février 2019. Tourbières et changement climatique : écologique des tourbières

Réseau des acteurs de l'eau en montagne, octobre 2015. Restauration des zones humides de montagne : retours d'expériences et bases méthodologiques

#### **Liens internet :**

<http://www.pole-tourbieres.org/thematiques/article/changement-climatique-et>

<https://chrono-environnement.univ-fcomte.fr/culture-scientifique/evenements/article/le-climat-se-rechauffe-les-tourbieres-aussi-bilan-de-10-annees-de-recherche-a>

<http://maplanete.blogs.sudouest.fr/archive/2018/10/17/rechauffement-climatique-alerte-sur-les-zones-humides-1067232.html>

## Quelques photos souvenirs...



Crédit photographique © Marie Gourbesville, Asters



## Réseau des acteurs EAU EN MONTAGNE

Avec le soutien financier de :

